

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04110422  
PUBLICATION DATE : 10-04-92

APPLICATION DATE : 29-08-90  
APPLICATION NUMBER : 02229123

APPLICANT : KOBE STEEL LTD;

INVENTOR : OKANO SHIGEO;

INT.CL. : C21D 9/52 C22C 38/00 C22C 38/24

TITLE : PRODUCTION OF 70KGF/MM<sup>2</sup> CLASS STEEL PLATE HAVING SUPERIOR  
WELDABILITY AND LOW YIELD RATIO

ABSTRACT : PURPOSE: To produce a 70kgf/mm<sup>2</sup> class steel plate having superior  
weldability and low yield ratio by subjecting a slab of a steel with a specific composition to  
hot rolling and then to heat treatments under respectively specified conditions.

CONSTITUTION: A steel plate having an yield ratio as low as  $\leq 80\%$  in base material and  
a base material strength of 70kgf/mm<sup>2</sup> class and also having superior  
weldability can be produced by subjecting a slab of a steel having a composition which  
consists of 0.07-0.15% C, 0.05-0.50% Si, 0.30-1.80% Mn, 0.10-1.20% Cr, 0.10-1.00% Mo,  
0.01-0.10% Al, 0.02-0.08% V, and the balance Fe with inevitable impurities and in which  
PcM represented by  $P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B(\%)$  is  
regulated to  $\leq 0.26\%$  to hot rolling and then to heat treatments consisting of hardening,  
normalizing, and tempering under the following conditions: hardening temp. between the  
Ac<sub>3</sub> point and 950°C, normalizing temp. between the Ac<sub>1</sub> point and <Ac<sub>3</sub> point, and  
tempering treatment of 500°C and <Ac<sub>1</sub> point.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-110422

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)4月10日

C 21 D 9/52  
C 22 C 38/00  
38/24

1 0 1  
3 0 1

B

8928-4K  
7047-4K

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全8頁)

⑭ 発明の名称 溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法

⑰ 特 願 平2-229123

⑱ 出 願 平2(1990)8月29日

⑲ 発 明 者 矢 野 和 彦 兵庫県加古川市加古川町備後178-1, 1-108

⑲ 発 明 者 岡 野 重 雄 兵庫県加古川市平岡町二俣1010番地

⑲ 出 願 人 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

⑲ 代 理 人 弁理士 金 丸 章 一

明 細 書

1. 発明の名称

溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) C:0.07~0.15%, Si:0.05~0.50%, Mn:0.30~1.80%, Cr:0.10~1.20%, Mo:0.10~1.00%, Al:0.01~0.10%, V:0.02~0.08%を含有し、下記Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避免不純物からなる鋼片を熱間圧延した後、下記の熱処理を施すことによって、母材において80%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有することを特徴とする溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法。

熱処理方法：焼入れ+焼きならし+焼きもどし  
ただし、

焼入れ温度：Ac<sub>3</sub>点以上 950℃以下、

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub>点以上Ac<sub>3</sub>点未満

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>点未満

Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20

+Mo/15+V/10+5B (%)

(2) C:0.07~0.15%, Si:0.05~0.50%, Mn:0.30~1.80%, Cr:0.10~1.20%, Mo:0.10~1.00%, Al:0.01~0.10%, V:0.02~0.08%を含有し、下記Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避免不純物からなる鋼片を950℃以上の圧延仕上げ温度で熱間圧延し、直接焼入れを行った後、下記の熱処理を施すことによって、母材において80%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有することを特徴とする溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法。

熱処理方法：焼きならし+焼きもどし

ただし、

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub>点以上Ac<sub>3</sub>点未満

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>点未満

Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20

+Mo/15+V/10+5B (%)

(3) C:0.07~0.15%, Si:0.05~0.50%, Mn:0.30~1.80%, Cr:0.10~1.20%, Mo:0.10~1.00%, Al:0.01~0.10%, V:0.02~0.08%を含有し、

有し、下記 Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼片を熱間圧延した後、下記の熱処理を施すことによって、母材において80%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有することを特徴とする溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法。

熱処理方法：焼入れ+焼きならし+焼きもどし  
ただし、

焼入れ温度：Ac<sub>1</sub>点以上 950℃以下

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub>点以上Ac<sub>3</sub>点未満

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>点未満

$P_{cm} = (C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B) (\%)$

(4) C:0.07~0.15%, Si:0.05~0.50%, Mn:0.30~1.80%, Cr:0.10~1.20%, Mo:0.10~1.00%, Al:0.01~0.10%, Nb:0.005~0.020%を含有し、下記 Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼片を950℃以上の圧延仕上げ温度で熱間圧延し、直接焼入れを行った後、下記の熱処理を施すことによって、母材において80

- 3 -

ただし、

焼入れ温度：Ac<sub>1</sub>点以上 950℃以下

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub>点以上Ac<sub>3</sub>点未満

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>点未満

$P_{cm} = (C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B) (\%)$

(5) C:0.07~0.15%, Si:0.05~0.50%, Mn:0.30~1.80%, Cr:0.10~1.20%, Mo:0.10~1.00%, Al:0.01~0.10%, V:0.02~0.08%, Nb:0.005~0.020%を含有し、下記 Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼片を950℃以上の圧延仕上げ温度で熱間圧延し、直接焼入れを行った後、下記の熱処理を施すことによって、母材において80%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有することを特徴とする溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法。

熱処理方法：焼きならし+焼きもどし

ただし、

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub>点以上Ac<sub>3</sub>点未満

%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有することを特徴とする溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法。

熱処理方法：焼きならし+焼きもどし

ただし、

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub>点以上Ac<sub>3</sub>点未満

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>点未満

$P_{cm} = (C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B) (\%)$

(5) C:0.07~0.15%, Si:0.05~0.50%, Mn:0.30~1.80%, Cr:0.10~1.20%, Mo:0.10~1.00%, Al:0.01~0.10%, V:0.02~0.08%, Nb:0.005~0.020%を含有し、下記 Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼片を熱間圧延した後、下記の熱処理を施すことによって、母材において80%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有することを特徴とする溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法。

熱処理方法：焼入れ+焼きならし+焼きもどし

- 4 -

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>点未満

$P_{cm} = (C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B) (\%)$

(7) Cu:0.05~0.30%, Ni:0.20~3.00%, B:0.0003~0.0020%, Ti:0.003~0.020%, Ca:0.001~0.01%の内から選んだ1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項(1)、(2)、(3)、(4)、(5)または(6)の溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、主として建築構造物に使用される70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼質高強度鋼板に関し、詳しくは、溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法に関するものである。

(従来の技術)

引張強さ60kgf/mm<sup>2</sup>級以上の鋼質高強度鋼板は、タンク、橋梁、ペンストックなどに使用されてきたが、焼入れ焼もどしによってマルテンサイトやベイナイトなどの高硬度のミクロ組織の生成を

- 5 -

- 6 -

利用しているため、降伏比（降伏強さ／引張強さ）が通常90%以上と高く、塑性変形能が十分でないため、建築用としてはほとんど用いられなかった。

近年、建築構造物に対しては高層化、大スパン化の要求が強まり従来の50kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼から、より強度の高い60kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼を使用しようとする動きが強まり、降伏比を80%以下に低減した60kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼が要求されるようになった。

この要求を満足する鋼板として、Ac<sub>1</sub>点以上の温度からの再加熱焼入れ（Q）あるいはAr<sub>3</sub>点以上の温度からの直接焼入れ（DQ）とAc<sub>1</sub>点未満の温度での焼戻し（T）との組み合わせからなる従来の熱処理方法と異なり、この焼入れ、焼戻しの二つの熱処理の中間に、二相域温度（Ac<sub>1</sub>点以上Ac<sub>3</sub>点未満）からの焼入れ（Q'）を施す新たな熱処理方法Q+Q'+TおよびDQ+Q'+T法が開発されている。この方法によれば、Q'によって低硬度で延性に優れるフェライトが組織中に生成するため、低い降伏比が得られるのである。

- 7 -

Pcmは9.27%であり、また、その降伏比は81.5%であり、溶接性、降伏比とも十分なものではなかった。

（発明が解決しようとする課題）

以上述べたように、70kgf/mm<sup>2</sup> 級調質高強度鋼板には、溶接性と低降伏比を兼ね備えたものはなく、本発明は、引張強さ70kgf/mm<sup>2</sup> 級の調質高強度鋼板において、溶接性の大きな劣化を招くことなく、80%以下の十分な低降伏比を確保した溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板の製造方法を提供することを目的とするものである。

（課題を解決するための手段）

本発明者らは、引張強さ70kgf/mm<sup>2</sup> 級の高強度を確保しつつ、80%以下の低降伏比と良好な溶接性を実現するために鋭意研究を行った。その結果、前記のQ+Q'+T法において、低降伏比を実現する上で重要なQ'（二相域からの焼入れ）をN'（二相域での焼きならし）とすることによって、現状広く使用されている30kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板と同様のPcmで、70kgf/mm<sup>2</sup> 級の強度と80%以下の

このような、熱処理によって得られる低降伏比の60kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板は、高層建築物として使用されるようになった。そして、建築物のさらなる高層化にともなう溶接施工量の増大を防ぐ目的から、鋼板の板厚減少を達成することのできる一層の高強度材の使用が検討されている。すなわち、引張強さ70kgf/mm<sup>2</sup> 級で低降伏比の鋼板への開発要求が強まっている。

しかしながら、前述のQ+Q'+T法によっても、70kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板の場合にはその高い強度を確保するためには、ベイナイトの硬度・分率を60kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼の場合よりも高めねばならないため、80%以下の十分に低い降伏比を得ることは容易でなく、高強度化するためには合金元素の増量による溶接性の劣化が避けられないという問題があった。

たとえば、材料とプロセス Vol.3, No.3(1990)-806には、「低降伏比HT70の開発」として、Q+Q'+T法による開発例が報告されているが、その板厚は30mmと比較的薄いにもかかわらず、

- 8 -

低降伏比を実現し得るという知見を得て本発明に至ったものである。なお、焼入れでは水冷であるが、焼きならしでは空冷を行う。

第1発明は、C:0.07~0.15%、Si:0.05~0.50%、Mn:0.30~1.20%、Cr:0.10~1.20%、Mo:0.10~1.00%、Al:0.01~0.10%、V:0.02~0.08%を含有し、下記Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不純物からなる鋼片を熱間圧延した後、下記熱処理を施すことによって、母材において80%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup> 級の母材強度を有する溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板の製造方法である。

熱処理方法：焼入れ+焼きならし+焼きもどしただし、

焼入れ温度：Ac<sub>1</sub>点以上 950℃以下

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub>点以上Ac<sub>3</sub>点未満

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>点未満

Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+N/60+Cr/20

+Mo/15+V/10+5B（%）

第2発明は、C:0.07~0.15%、Si:0.05~0.50

- 9 -

- 141 -

- 10 -

%, Mn:0.30 ~ 1.80%, Cr: 0.10 ~ 1.20%, Mo: 0.10 ~ 1.00%, Al:0.01 ~ 0.10%, V:0.02 ~ 0.02 %を含有し、下記 Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼片を 950℃以上の圧延仕上げ温度で熱間圧延し、直接焼入れを行った後、下記の熱処理を施すことによって、母材において80%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有する溶接性の優れた低降伏比 70 kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板の製造方法である。

熱処理方法：焼きならし+焼きもどし

ただし、

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub> 点以上Ac<sub>1</sub>、点未満

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>、点未満

$P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20$

+ Mo/15 + V/10 + 5B (%)

第3発明は、C:0.07 ~ 0.15%, Si:0.05 ~ 0.50 %, Mn:0.30 ~ 1.80%, Cr: 0.10 ~ 1.20%, Mo: 0.10 ~ 1.00%, Al:0.01 ~ 0.10%, Nb:0.005 ~ 0.020 %を含有し、下記 Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼片を熱間圧延し

- 11 -

kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板の製造方法である。

熱処理方法：焼きならし+焼きもどし

ただし、

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub> 点以上Ac<sub>1</sub>、点未満

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>、点未満

$P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20$

+ Mo/15 + V/10 + 5B (%)

第5発明は、C:0.07 ~ 0.15%, Si:0.05 ~ 0.50 %, Mn:0.30 ~ 1.80%, Cr: 0.10 ~ 1.20%, Mo: 0.10 ~ 1.00%, Al:0.01 ~ 0.10%, V:0.02 ~ 0.06 %, Nb:0.005 ~ 0.020 %を含有し、下記 Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼片を熱間圧延した後、下記の熱処理を施すことによって、母材において80%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有する溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板の製造方法である。

熱処理方法：焼入れ+焼きならし+焼きもどし  
ただし、

焼入れ温度：Ac<sub>1</sub> 点以上 950℃以下

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub> 点以上Ac<sub>1</sub>、点未満

- 13 -

た後、下記の熱処理を施すことによって、母材において30%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有する溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板の製造方法である。

熱処理方法：焼入れ+焼きならし+焼きもどし  
ただし、

焼入れ温度：Ac<sub>1</sub> 点以上 950℃以下

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub> 点以上Ac<sub>1</sub>、点未満

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>、点未満

$P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20$

+ Mo/15 + V/10 + 5B (%)

第4発明は、C:0.07 ~ 0.15%, Si:0.05 ~ 0.50 %, Mn:0.30 ~ 1.80%, Cr: 0.10 ~ 1.20%, Mo: 0.10 ~ 1.00%, Al:0.01 ~ 0.10%, Nb:0.005 ~ 0.020 %を含有し、下記 Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼片を 950℃以上の圧延仕上げ温度で熱間圧延し、直接焼入れを行った後、下記の熱処理を施すことによって、母材において80%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有する溶接性の優れた低降伏比 70

- 12 -

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>、点未満

$P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20$

+ Mo/15 + V/10 + 5B (%)

第6発明は、C:0.07 ~ 0.15%, Si:0.05 ~ 0.50 %, Mn:0.30 ~ 1.80%, Cr: 0.10 ~ 1.20%, Mo: 0.10 ~ 1.00%, Al:0.01 ~ 0.10%, V:0.02 ~ 0.08 %, Nb:0.005 ~ 0.020 %を含有し、下記 Pcmが0.26%以下で、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼片を 950℃以上の圧延仕上げ温度で熱間圧延し、直接焼入れを行った後、下記の熱処理を施すことによって、母材において80%以下の低い降伏比と、70kgf/mm<sup>2</sup>級の母材強度を有する溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板の製造方法である。

熱処理方法：焼きならし+焼きもどし

ただし、

焼きならし温度：Ac<sub>1</sub> 点以上Ac<sub>1</sub>、点未満

焼きもどし温度：500℃以上Ac<sub>1</sub>、点未満

$P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20$

+ Mo/15 + V/10 + 5B (%)

- 14 -

第7発明は、(C:0.05~0.30%、Ni:0.20~3.00%、B:0.0003~0.0020%、Ti:0.003~0.020%、(a:0.001~0.01%の内から選んだ1種または2種以上を含有する請求項(1)、(2)、(3)、(4)、(5)または(6)の溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法である。

(作用)

以下に、本発明をさらに詳細に説明する。

まず、本発明における化学成分の限定理由について説明する。

Cは高張力鋼板としての強度を確保するために必要な元素であり、含有量が0.07%未満では引張強度を70kgf/mm<sup>2</sup>級の強度が得られない。また、0.15%を超えて添加すると耐溶接割れ性を悪するので好ましくない。したがって、C含有量は0.07~0.15%の範囲とする。

Siは脱酸に必要な元素であるが、含有量が0.05%未満ではこの効果は少なく、また、0.50%を超えて過剰に添加すると、溶接性、靱性を劣化させるので好ましくない。したがって、Si含有量は0.

- 1 5 -

得るためには、0.02%以上の添加が必要であり、また、0.03%を超えて添加すると溶接性を悪する。したがって、V含有量は0.02~0.03%の範囲とする。

Nbは結晶粒微細化作用を有し、また、直接焼入れ・焼きもどしを行う場合には析出強化作用をもたらす元素である。その効果を得るには、0.005%以上の添加が必要であり、また、0.020%を超えて添加すると溶接性、靱性を劣化させる。したがって、Nb含有量は0.005~0.020%の範囲とする。

Alは脱酸元素であり、含有量が0.01%未満ではそのような効果は少なく、また、0.10%を超えて添加すると、靱性の劣化をもたらす。したがって、Al含有量は0.01~0.10%の範囲とする。

この他に、Cu、Ni、B、Ti、Caなどを板厚、目標靱性レベルに応じて1種または2種以上添加するものとする。

Cuは固溶強化、析出強化により強度上昇に有効な元素であるが、含有量が0.05%未満ではこのよ

05~0.50%の範囲とする。

Mnは焼入れ性を向上させ、板厚内部の強度を確保するために必要な元素であるが、含有量が0.30%未満ではこのような効果が十分に得られず、また、1.80%を超えて過剰に添加すると、溶接性、靱性を劣化させるので好ましくない。したがって、Mn含有量は0.30~1.80%の範囲とする。

Crは焼入れ性向上に有効な元素であるが、含有量が0.10%未満ではこのような効果が十分に発揮されず、また、1.20%を超えて添加すると、溶接性を悪する。したがって、Cr含有量は0.10~1.20%の範囲とする。

Moは焼入れ性を高め、焼きもどし軟化抵抗を増す元素であるが、含有量が0.10%未満では十分な効果が得られず、また、1.00%を超えて過剰に添加すると、溶接性を劣化させ、コストアップにもなるので、Mo含有量は0.10~1.00%の範囲とする。

Vは少量の添加により、焼入れ性を増し、焼きもどし軟化抵抗を高める元素であり、その効果を

- 1 6 -

うな効果を十分に発揮することができず、また、0.30%を超えて添加すると熱間加工性が劣化し鋼板表面に割れが生じやすい。したがって、Cu含有量は0.05~0.30%の範囲とする。

Niは靱性を向上させる効果があるが、含有量が0.20%未満ではその十分な効果が得られず、また、3.00%を超えて添加するとスケール疵が発生しやすくなり、また、コストアップにもなる。したがって、Ni含有量は0.20~3.00%の範囲とする。

Bは微量で焼入れ性の向上をもたらす元素であるが、含有量が0.0003%未満ではその効果が得られず、また、0.0020%を超えて添加すると靱性が劣化する。したがって、B含有量は0.0003~0.0020%の範囲とする。

TiはNの固定元素として溶接熱影響部の靱性の改善、Bの焼入れ性向上効果発揮に有効な元素である。含有量が0.003%未満ではそれらの十分な効果が得られず、また、0.020%を超えて添加すると母材靱性を悪する。したがって、Ti含有量は0.003~0.020%の範囲とする。

- 1 7 -

- 143 -

- 1 8 -

Caは非金属介在物の球状化作用を有し、異方性の低減に有効であるか、含有量が0.001%未満ではその十分な効果が得られず、また、0.010%を超えて添加すると介在物の増加により靱性が劣化する。したがって、Ca含有量は0.001~0.010%の範囲とする。

また、Pcmはある程度の予熱を前提として、現在も広く使用されている80kgf/mm<sup>2</sup>級高張力鋼板と同等の溶接性を確保するために、0.26%以下に限定する。

次に、本発明における製造条件について説明する。

まず、熱処理方法の限定理由を説明する。

本発明者らは、第1表に示す現用の80kgf/mm<sup>2</sup>級高張力鋼板と同等のPcm:0.25%の鋼を用い、これに各種の熱処理を施し、強度および降伏比に及ぼす熱処理方法の影響を調べた。なお、熱処理方法は、Q+Q'+T、Q+N'+T、N+Q'+Tの3種類である。

ここで、

Q:Ac<sub>1</sub>点以上の温度からの再加熱焼入れ

Q':二相域温度(Ac<sub>1</sub>点以上Ac<sub>3</sub>点未満)

からの再加熱焼入れ

N:Ac<sub>3</sub>点以上の温度での焼きならし

N':二相域温度での焼きならし

T:Ac<sub>3</sub>点未満の温度での焼きもどし

その結果を第2表に示す。

(以下余白)

- 19 -

- 20 -

第 1 表

熱処理法	化 学 成 分 (wt%)											熱処理条件
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	Al	Pcm	
Q+Q'+T	0.11	0.23	0.5%	0.004	0.001	2.00	0.61	0.53	0.015	0.030	0.25	Q + Q' + T (930°C) (780°C) (580°C)
Q+N'+T	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	Q + N' + T (930°C) (780°C) (580°C)
N+Q'+T	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	N + Q' + T (930°C) (780°C) (580°C)

(注) Q: オーステナイト域からの焼入れ

Q': 二相域からの焼入れ

N: オーステナイト域での焼きならし

N': 二相域での焼きならし

T: 焼きもどし

板厚: 50mm

第 2 表

熱処理法	引 張 特 性		
	降伏点 (kgf/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	降伏比 (%)
Q+Q'+T	60.3	72.1	83.6
Q+N'+T	53.3	73.7	72.3
N+Q'+T	60.8	74.7	81.4

(注) 試験機: JIS4号

- 11 -

- 144 -

第2表から明らかなように、Q+N'+T法の場合のみ、Pcm:0.25%の成分で、70kgf/mm<sup>2</sup>級の強度と80%以下の降伏比が得られることがわかる。その他の熱処理方法の場合には、70kgf/mm<sup>2</sup>級の強度は得られるものの、降伏比が十分に低下しない。したがって、熱処理方法は、Q+N'+T法とする。なお、Q処理については、完全なオーステナイト域からの焼入れという意味では同等である圧延後の直接焼入れ(DQ)によっても良い。

次に、上記の各熱処理における温度範囲の限定理由について説明する。

焼入れ(QまたはDQ)温度については、マルテンサイトやベイナイトなどの高硬度のマイクロ組織を生成させ、十分な強度を確保するために、完全なオーステナイト域にする必要があり、Ac<sub>1</sub>点以上とする。しかし、あまりに高い温度であると、組織が粗大化し、延性、靱性が劣化するため、950℃以下とする。

焼きならし(N')温度については、フェライ

トを生成させて低降伏比とするために、二相域温度、すなわち、Ac<sub>1</sub>点以上Ac<sub>3</sub>点を満とする。なお、この場合の冷却方法としては、冷却速度を下げるマルテンサイトやベイナイトなどの高硬度のマイクロ組織の形成を下げ、降伏比の低減を図るために、水冷ではなく空冷とすることは限に迫られたとおりである。

焼きもどし(T)温度については、前段階での熱処理によって生じた鋼板中の残留応力を低減して構造物の安全性を確保するためには、あまり低い温度では好ましくないため500℃以上とする。一方、Ac<sub>1</sub>点以上になると強度の低下を生じるため、上限をAc<sub>1</sub>点未満とする。

(実施例)

本発明に係る溶接性の優れた低降伏比70kgf/mm<sup>2</sup>級鋼板の製造方法の実施例について説明するが、本発明は本実施例のみに限定されるものではない。

供試鋼板は第3-1表に示す化学成分を有する鋼片を、同表に示す圧延仕上げ温度で板厚30~50mm

- 2 2 -

- 2 3 -

に圧延した後、第3-2表に示す熱処理条件で熱処理したものである。これらの鋼板から試験片を採取し、母材の引張試験を行った。その結果を熱処理条件とともに第3-2表に併記する。

第3-1表に本発明法A~Gおよび比較例I~Nの化学成分、板厚、圧延条件を、第3-2表に熱処理条件、母材の引張特性をそれぞれ示す。

(以下空白)



第 3-1 表

区 分		化 学 成 分 (wt%)														厚 度 (mm)	圧 延 上 限 温 度 (℃)
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	B	Ti	Ca	Al	Pb		
発 明 法	A	0.11	0.22	0.50	—	2.00	0.61	0.58	—	0.015	—	—	—	0.020	0.25	50	950
	B	0.11	0.23	0.50	—	2.00	0.61	0.54	—	0.015	—	—	—	0.020	0.25	50	960
	C	0.13	0.25	0.53	—	—	0.74	0.30	0.035	—	0.0011	—	—	0.023	0.25	30	920
	D	0.14	0.15	0.20	0.20	0.95	0.40	0.27	0.045	—	0.0015	0.010	0.0020	0.033	0.25	30	920
	E	0.14	0.15	0.20	0.20	0.95	0.40	0.27	0.045	—	0.0015	0.010	0.0020	0.033	0.25	30	970
	F	0.12	0.23	1.10	—	1.10	0.55	0.40	0.031	0.012	—	—	—	0.027	0.25	35	940
	G	0.12	0.22	1.10	—	1.10	0.55	0.40	0.031	0.012	—	—	—	0.027	0.25	35	970
	H	0.13	0.16	0.25	—	—	0.75	0.30	—	0.025	—	—	—	0.028	0.25	40	980
比 較 法	I	0.11	0.22	0.50	—	2.00	0.61	0.58	—	0.015	—	—	—	0.020	0.25	50	950
	J	0.11	0.23	0.50	—	2.00	0.61	0.55	—	0.015	—	—	—	0.020	0.25	50	960
	K	0.13	0.25	0.53	—	—	0.74	0.30	0.035	—	0.0011	—	—	0.023	0.25	30	920
	L	0.14	0.15	0.20	0.20	0.95	0.40	0.27	0.045	—	0.0015	0.010	0.0020	0.033	0.25	30	970
	M	0.12	0.23	1.10	—	1.10	0.55	0.40	0.031	0.012	—	—	—	0.027	0.25	35	970
	N	0.12	0.22	1.10	—	1.10	0.55	0.40	0.031	0.012	—	—	—	0.027	0.25	35	980

- 2 5 -

第 3-2 表

区 分	熱処理条件	引 張 特 性		
		YS (kgf/mm <sup>2</sup> )	TS (kgf/mm <sup>2</sup> )	YR (%)
発 明 法	A Q+ (930°C) (780°C) (530°C)	53.3	73.7	72.3
	B DQ+ (780°C) (530°C)	56.1	75.2	74.5
	C Q+ (930°C) (780°C) (530°C)	53.9	70.9	70.0
	D Q+ (930°C) (780°C) (530°C)	53.4	72.0	74.2
	E DQ+ (780°C) (530°C)	54.0	72.5	73.5
	F Q+ (930°C) (780°C) (530°C)	54.7	72.5	75.4
	G DQ+ (780°C) (530°C)	55.0	73.1	75.2
	H DQ+ (780°C) (530°C)	51.2	71.1	72.0
比 較 法	I Q+ (930°C) (780°C) (530°C)	60.2	72.1	82.5
	J Q+ (930°C) (780°C) (530°C)	60.8	74.7	81.4
	K Q+ (930°C) (780°C) (530°C)	59.4	72.0	82.5
	L DQ+ (780°C) (530°C)	59.6	73.6	81.0
	M DQ+ (780°C) (530°C)	59.7	72.3	82.0
	N Q+ (930°C) (780°C) (530°C)	59.1	73.1	80.2

(注) DQ 超焼入れ

第 3-2 表から明らかなように、本発明法 A～H はいずれも 70kgf/mm<sup>2</sup> 以上の引張強さと 80% 未満の安定した低降伏比を有している。

これに対して、比較例 I～N は熱処理方法が Q + N<sup>+</sup> + T または DQ + N<sup>+</sup> + T 法でないため、降伏比が高すぎる。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明は、化学成分を制御し、圧延後、焼入れ (Q または DQ) 後、二相焼温度での焼ならし (N<sup>+</sup>) を行い、その後、焼き戻し (T) を行う熱処理を行っているため、母材の降伏比が 80% 以下で溶接性の優れた 70kgf/mm<sup>2</sup> 級鋼板の製造が可能であるという優れた効果を有するものである。

特許出願人 株式会社 神戸製鋼所

代 理 人 弁 理 士 金 丸 章 一

- 2 6 -

- 146 -

- 2 7 -

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**